

**ADAMS & WILKS**

ATTORNEYS AND COUNSELORS AT LAW

50 BROADWAY

31st FLOOR

NEW YORK, NEW YORK 10004

BRUCE L. ADAMS  
VAN C. WILKS

JOHN R. BENEFIELD

PAUL R. HOFFMAN

TAKESHI NISHIDA

FRANCO S. DE LIGUORI

• NOT ADMITTED IN NEW YORK  
• REGISTERED PATENT AGENT



October 22, 2004

RIGGS T. STEWART  
(1924-1993)

TELEPHONE  
(212) 809-3700

FACSIMILE  
(212) 809-3704

COMMISSIONER FOR PATENTS  
Washington, DC 20231

Re: Patent Application of Nobuyuki KASAMA et al.  
Serial No. 10/068,450 Filing Date: February 7, 2002  
Examiner: Christopher R. Magee Group Art Unit: 2653  
Docket No. S004-4650

S I R:

The above-identified application was filed claiming the right of priority based on the following foreign application(s).

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1. Japanese Patent Appln. No. 2001-040589 | filed February 16, 2001 |
| 2. Japanese Patent Appln. No.             | filed                   |
| 3. Japanese Patent Appln. No.             | filed                   |
| 4. Japanese Patent Appln. No.             | filed                   |
| 5. Japanese Patent Appln. No.             | filed                   |
| 6. Japanese Patent Appln. No.             | filed                   |
| 7. Japanese Patent Appln. No.             | filed                   |
| 8. Japanese Patent Appln. No.             | filed                   |
| 9. Japanese Patent Appln. No.             | filed                   |
| 10. Japanese Patent Appln. No.            | filed                   |
| 11. Japanese Patent Appln. No.            | filed                   |

Certified copy(s) are annexed hereto and it is requested that these document(s) be placed in the file and made of record.

MAILING CERTIFICATE

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first-class mail in an envelope addressed to: COMMISSIONER OF PATENTS & TRADEMARKS, Washington, DC 20231, on the date indicated below.

Kelly Eric Bowman

Name

  
Signature

October 22, 2004

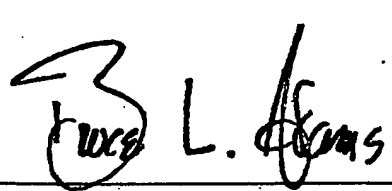
Date

BLA:keb  
Enclosures

Respectfully submitted,

ADAMS & WILKS  
Attorneys for Applicant(s)

By:

  
Bruce L. Adams  
Reg. No. 25,386

日本国特許庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2001年 2月16日

出願番号  
Application Number:

特願2001-040589

出願人  
Applicant(s):

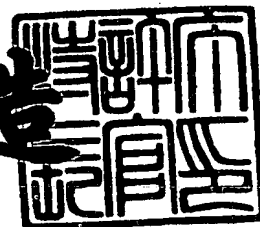
セイコーインスツルメンツ株式会社

BEST AVAILABLE COPY

2001年10月26日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3094449

【書類名】 特許願

【整理番号】 01000120

【提出日】 平成13年 2月16日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/00  
G11B 7/135

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 笠間 宣行

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 大海 学

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 光岡 靖幸

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 前田 英孝

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 加藤 健二

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 株式会社エスアイアイ・アールディセンター内

【氏名】 新輪 隆

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 株式会社エスアイ・アールディセンター内

【氏名】 篠原 陽子

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代表者】 服部 純一

【代理人】

【識別番号】 100096286

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 敬之助

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003012

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 情報記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源と、  
サスペンションアームと、  
前記サスペンションアームに固定されたフレクシャーと、  
微小開口が形成された近視野光ヘッドと、  
コア及びクラッドを備えた略棒状の光導波路と、  
前記光導波路の一端面側に前記近視野光ヘッドに光を照射するために形成された反射面と、  
受光部と、  
記録媒体と、  
から構成されている近視野光を利用した情報記録再生装置において、  
前記近視野光ヘッドに微小開口とは異なる面にヘッド用レンズ機能が形成されており、  
前記光導波路には前記光導波路の途中にコア端面が形成されていることを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項 2】 前記反射面が、前記光導波路の前記コアに対して略 45 度の角度を有する平面であることを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録再生装置

【請求項 3】 前記コア端面にレンズ機能を有していることを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録再生装置

【請求項 4】 前記反射面は、前記コア端面から出射される光束の広がり角が前記反射面で反射することにより大きくなるような面であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の情報記録再生装置

【請求項 5】 前記光導波路が、前記フレクシャをも含んでいることを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録再生装置。

【請求項 6】 前記ヘッド用レンズ機能が、フレネルレンズにより実現されることを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録再生装置。

【請求項 7】 前記光導波路が、前記反射面を持つ透明層を有する光ファイ

バーであることを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、近視野光を発生させる微小開口を有する近視野光発生素子を近視野光ヘッドとして利用し、高密度な情報の記録・再生を行う情報記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近視野光発生素子は、情報記録再生装置の近視野光ヘッドや、サンプルなどの光学的な観察を行うプローブとして現在利用あるいは検討が始められている。

【0003】

光を用いた情報記録再生装置は、大容量化・小型化の方向へと進化しており、そのため記録容量の高密度化が要求されている。その対策として、青紫色半導体レーザーを用いた研究がおこなわれているが、これらの技術では光の回折限界の問題により、現在の記録密度の数倍程度の向上しか望めない。これに対し、光の回折限界を超えた微小領域の光学情報を扱う技術として近視野光を利用した情報記録再生方法が期待されている。

【0004】

この技術では、近視野光発生素子である近視野光ヘッドに形成した光の波長以下サイズの光学的開口近傍に発生する近視野光を利用する。これにより、従来の光学系において限界とされていた光の波長以下となる領域における光学情報を扱うことが可能となる。光学情報の再生方法としては、記録媒体表面に光を照射することにより微小マークに局在する近視野光を微小開口との相互作用により散乱光に変換する（コレクションモード）方法、あるいは微小開口より生成される近視野光を記録媒体表面に照射し、情報が記録された微小な凹凸や屈折率等の光学定数が変化した記録媒体表面との相互作用により変換される散乱光を別途設けた受光素子で検出する（イルミネーションモード）方法で可能である。記録は、微小開口より生成される近視野光を記録媒体表面に照射させ、メディア上の微小な

領域の形状を変化させたり（ヒートモード記録）、微小な領域の屈折率あるいは透過率を変化させる（フォトンモード記録）ことにより行う。これら、光の回折限界を超えた光学的微小開口を有する近視野光ヘッドを用いることにより、従来の情報記録再生装置を超える高密度化が達成される。

#### 【0005】

こうしたなか、一般に近視野光を利用した記録再生装置の構成は、磁気ディスク装置とほぼ同様であり、磁気ヘッドに代わり、近視野光ヘッドを用いる。サスペンションアームの先端に取り付けた光学的微小開口をもつ近視野光ヘッドをフライングヘッド技術により一定の高さに浮上させ、ディスク上に存在する任意のデータマークへアクセスする。高速に回転するディスクに近視野光ヘッドを追従させるため、ディスクのうねりに対応して姿勢を安定させるフレクシャー機能をもたせている。

#### 【0006】

このような構成の近視野光ヘッドにおいて、開口に光を供給する方法として、光ファイバや光導波路を近視野光ヘッドに接続し、近視野光ヘッドに作成された微小開口に光源であるレーザーからの光束を照射する手段をとっていた。

#### 【0007】

このような情報記録再生装置においては、光導波路端面から照射されたある広がり角度を持つ光束をミラー等で反射させ、微小開口に光束を照射するため、微小開口近傍での光のエネルギー密度が低くなり、微小開口近傍で発生する近視野光強度が低くなってしまう。

#### 【0008】

そこで、光導波路端面と微小開口の間にレンズを設け、光導波路端面から照射された光束をレンズで微小開口近傍に集光させ、微小開口近傍で発生する近視野光強度を強くし、光の利用効率を高くしている。高NAのレンズを用いることで集光スポットサイズを小さくし、より微小な領域に光エネルギーを集中させることができる。この集光点に微小開口を配置することにより、微小開口近傍で発生する近視野光強度を強くし、レーザーからの光束を効率良く利用することが可能となる。

## 【0009】

しかし、上記のような情報記録再生装置では、光導波路やミラー等部品点数が多くなり、調整箇所も増える事から性能低下や調整時間などコストアップの原因となる。

## 【0010】

そこで、特開2000-215494において、大久保らは、可とう性を有する略棒状の光導波路を用い、該光導波路の一端側にコア内を伝搬する光の少なくとも一部をクラッドを透過する方向に反射する反射面を設け、該反射面で反射された光が透過する部位を中心とするクラッド表面に光の透過を遮断する遮光膜を形成し、さらに反射面で反射された光が透過する部位に対応する遮光膜の一部を削除して使用する光の波長よりも小さな開口部を形成することにより、先端の下面より近接場光を発生し得る片持ち梁状の光ピックアップを実現し、極めてシンプルな構成の光情報記録再生装置を提供している。

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、光導波路とミラー、レンズ等を個別に用意し組み立てる情報記録再生装置では、微小開口より十分強い近視野光を生成し、超高密度な情報の記録再生・高SN比化を実現することができるが、光源から微小開口を有する近視野光ヘッドの微小開口まで効率良く光束を導くために、光導波路（薄膜光導波路や光ファイバー等）とミラー、レンズが必要となり、部品点数が増加してしまう。部品点数の増加は調整箇所を増やし、コストアップの要因になってしまうという課題があった。さらに増えた部品は近視野光ヘッドの質量を増大させるので、高速なトラッキングが困難となり、高速な情報の再生記録が困難となるという課題があった。

## 【0012】

また、特開2000-215494の大久保らの光ピックアップを用いた情報記録再生装置では、光導波路のコア内を伝搬する光束を、クラッドを透過する方向に反射する反射面により微小開口に導いているが、反射面が形成されたコアからクラッド側に反射された光束は広がり角をもち発散しながら微小開口に導かれ



るので、微小開口での光束のエネルギー密度が低下し、微小開口近傍に十分強い近視野光を生成することができなくなってしまうという課題があった。そこで、微小開口に入射される光束の高NA化をはかり微小開口での光束のエネルギー密度を高くするために、微小開口と反射面が形成されたコアとの間に微小なボールレンズを挿入し、微小開口に導く光束のエネルギー密度を高くしようとしている。

#### 【0013】

微小開口に入射される光束の高NA化をはかるためには、レンズに入射される光束の径を大きくし、焦点距離の短いレンズを用いることで実現できる。レンズに入射される光束の径を大きくするには、コア端面からレンズの距離を十分に長くとる必要がある。

#### 【0014】

しかし、可とう性を有する略棒状の光導波路は通常 $100\mu\text{m}$ 程度以下の厚さであり、微小開口に入射される光束のエネルギー密度を上げるために高NA化することは困難である。光導波路を厚くし、反射面が形成されたコアとボールレンズとの距離を長くすることで微小開口に入射される光束の高NA化は可能であるが、そうすると光導波路の可とう性が損なわれ、且つ光ピックアップが厚くなり重心位置が高くなるので、高速なトラッキングが困難となるという課題があった。

#### 【0015】

従って本発明は、光源からの光束を効率よく微小開口に導きつつも部品点数の増加を防ぎ、近視野光ヘッドの質量を軽くし、微小開口近傍により強い近視野光を生成し、高速トラッキングを行う超高密度で高速な情報の記録再生および再生信号の高SN比化を実現する安価な情報記録再生装置を提供することを目的とする。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

そこで、上記課題を解決するために本発明に係る第1の情報記録再生装置は、光源と、サスペンションと、前記サスペンションアームに固定されたフレクシ

ヤーと、微小開口が形成された近視野光ヘッドと、コア及びクラッドを備えた略棒状の光導波路と、前記光導波路の一端面側に前記近視野光ヘッドに光を照射するために形成された反射面と、受光部と、記録媒体と、から構成されている近視野光を利用した光情報記録再生装置において、前記近視野光ヘッドには微小開口とは異なる面にレンズ機能が形成されており、前記光導波路には前記光導波路の途中にコア端面が形成されていることを特徴とする。

## 【0017】

従って、近視野光を用いることで超高密度な情報記録・再生が可能になるだけでなく、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束を集光できる。よって、微小開口近傍で生成される近視野光の強度が強くなり、光の利用効率を飛躍的に上げることができる。そのため、高出力なレーザーを使う必要が無く、レーザーでの発熱を抑える事ができ、低消費電力化、装置の小型化がはかれ、再生信号の高SN比化、高速記録再生を実現する情報記録再生装置を提供することができる。

## 【0018】

さらに、コア端面から離れた位置にある反射面と光導波路は一体で作成可能であるので、コア端面と反射面との位置合わせが必要なく、部品点数を減らすことができる。よって、さらなる装置の低コスト化と、微小開口近傍に生成される近視野光の強度の安定性をはかる事ができる情報記録再生装置を提供することができる。

## 【0019】

また、本発明に係る第2の情報記録再生装置は、前記反射面が、前記光導波路の前記コアに対して略45度の角度を有する平面であることを特徴とする。

## 【0020】

従って、本発明に係る第1の情報記録再生装置の効果に加え、反射面が45度の斜面であるので、反射面で反射した光束の光軸は近視野光ヘッドに作成されるレンズに垂直に入射するので、光束を微小開口に収差なく集光することができる。よって、微小開口近傍に生成される近視野光の強度が反射面の角度が45度以外の場合に比べ強くなり、光の利用効率がよく、さらなる低消費電力化、装置の

小型化、高SN比化、高速記録再生がはかれる。

【0021】

また、本発明に係る第3の情報記録再生装置は前記コア端面にレンズ機能を有していることを特徴とする。

【0022】

従って、本発明に係る第1の情報記録再生装置の効果に加え、光導波路のコアの先端部の形状を凸あるいは凹形状等のレンズ機能を有する機構とすることで、近視野光ヘッドに作成されたレンズと組み合わせることにより、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束をより集光でき、微小開口近傍で生成される近視野光の強度をさらに強くすることができるので、光の利用効率を飛躍的に上げることができる。よって、更なる低消費電力化、装置の小型化、高SN比化、高速記録再生を実現できる。

【0023】

また、本発明に係る第4の情報記録再生装置は、前記反射面は、前記コア端面から照射される光束の広がり角が前記反射面で反射することにより大きくなるような面であることを特徴とする。

【0024】

従って、本発明に係る第1から第3の情報記録再生装置のいずれか1つの効果に加え、光導波路の反射面が凹形状等のような反射面に入射された光束の広がり角よりも反射後に光束の広がり角が大きくなるような面とすることにより、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束をより集光できるようになる。よって、微小開口近傍で生成される近視野光の強度をさらに強くすることができるので、光の利用効率をさらに上げることができ、更なる低消費電力化、装置の小型化、高SN比化、高速記録再生が可能となる。

【0025】

また、本発明に係る第5の情報記録再生装置は、前記光導波路が、前記フレクシャをも含んでいることを特徴とする。

【0026】

従って、本発明に係る第1の情報記録再生装置の効果に加え、光導波路にフレ

クシャ機能をも持たせることで、更なる部品点数の削減、組立て調整時間の短縮ができ、低コスト化できる。

【0027】

また、本発明に係る第6の情報記録再生装置は、前記ヘッド用レンズ機能が、フレネルレンズにより実現されることを特徴とする。

【0028】

従って、本発明に係る第1の情報記録再生装置の効果に加え、近視野光ヘッドに作成するレンズとしてフレネルレンズを用いた場合には、レンズ径を大きくしても薄型の近視野光ヘッドが作成可能であり、微小開口に入射される光束のさらなる高NA化が可能であり、更なる低消費電力化、装置の小型化、高SN比化、高速記録再生が可能となる。その上、フレネルレンズは大量生産可能であり、低コスト化をはかれる。

【0029】

また、本発明に係る第7の情報記録再生装置は、前記光導波路が、反射面を持つ透明層を有する光ファイバーであることを特徴とする。

【0030】

従って、本発明に係る第1の光情報記録再生装置の効果に加え、光導波路に反射面を持つ透明層を有する光ファイバーを用いる事により、反射面を形成する際に用いる基板の大きさにより光導波路の長さが決まることもなく、光波路の長さを光ファイバーの長さを変える事ができ、レーザーを任意の場所に配置できる。

【0031】

さらに、一枚の基板から作成できる反射面付の光導波路の個数を多くすることができ、さらなる低コスト化を容易にする事ができる。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の情報記録再生装置について、添付の図面を参照して詳細に説明する。

(実施の形態1)

図1は、本実施の形態1の情報記録再生装置の構成を説明した図である。

## 【0033】

本実施の形態に係る情報再生装置は、従来の磁気ディスク装置と基本構成は類似であり、近視野光を発生する微小開口（図示略）を有する近視野光ヘッド104を記録媒体105の表面に数十ナノメートルまで近接した状態で記録媒体105を高速に回転させ、近視野光ヘッド104が記録媒体105と常に一定の相対配置で浮上するために、フレクシャー108をサスペンションアーム107の先端部に形成している。サスペンションアーム107はボイスコイルモータ（図示略）によって記録媒体105の半径方向に移動可能である。ここで、近視野光ヘッド104は、記録媒体105に微小開口が対面するように配置されている。

## 【0034】

レーザー101からの光束を近視野光ヘッド104に導く為に、レンズ102とサスペンションアーム107に固定されたコアとクラッドからなる光導波路103を用いている。ここで、必要に応じて、レーザー101は回路系110により強度変調などをかけることもできる。

## 【0035】

また、記録媒体105に記録された情報を読み出す為の受光ヘッド106がサスペンションアーム109に取り付けられ、サスペンションアーム109はサスペンションアーム107と同じボイスコイルモータ（図示略）に取付けされている。

## 【0036】

次に、本実施の形態1の近視野光ヘッドの構成について説明する。

## 【0037】

図2は本実施の形態1に係る情報記録再生装置の導波路と近視野光ヘッドについて説明した図である。

## 【0038】

近視野光ヘッド104は、ヘッド用レンズ機能を実現するために例えば透明なガラス基板上にマイクロレンズ205を形成し、さらに、その記録媒体面側に常に一定の相対配置で浮上するためにエアーベアリングサーフェス204が形成されている。そして、マイクロレンズ205が形成された面以外は遮光膜（図示略

）で覆われている。近視野光ヘッド 1 0 4 の底面の遮光膜には微小開口 2 0 6 が形成されている。マイクロレンズ 2 0 5 は、光導波路 1 0 3 からの光束を微小開口 2 0 6 に集光している。この近視野光ヘッド 1 0 4 の上部にはコア 2 0 1 とクラッド 2 0 2 からなる光導波路 1 0 3 が固定されている。

#### 【 0 0 3 9 】

ここで、近視野光ヘッド 1 0 4 を作成するための基板として使用するレーザーの波長での光を透過するガラス基板を用いたが、シリコン基板等を用い、マイクロレンズ 2 0 5 と光束が透過する部分だけ使用する波長での光を透過する材料で作成してもよい。

#### 【 0 0 4 0 】

また、マイクロレンズ 2 0 5 は、通常の球面あるいは非球面レンズ、屈折率分布形レンズ、フレネルレンズなどを用いる事ができる。特にフレネルレンズを用いると、平面形のレンズが作成可能であり、径の大きなレンズを作成しても、近視野光ヘッドの厚さを薄くすることが可能である。フレネルレンズは、フォトリソグラフィ技術を用いて大量生産可能である。

#### 【 0 0 4 1 】

次に、本実施の形態 1 で用いる光導波路について説明する。

#### 【 0 0 4 2 】

図 3 は本実施の形態 1 に係る光導波路の形状について説明した図である。図 3 (a) は、光導波路の上面図である。図 3 (b) は図 3 (a) における A A ' の断面図を示している。

#### 【 0 0 4 3 】

光導波路 1 0 3 は、コア 2 0 1 とクラッド 2 0 2 から構成され、光導波路 1 0 3 の一端面側に近視野光ヘッド 1 0 4 に光を照射するために形成された反射面 2 0 3 が形成されている。ここで、反射面 2 0 3 には必要に応じて反射膜が形成されている。

#### 【 0 0 4 4 】

光導波路 1 0 3 のコア 2 0 1 は、光導波路 1 0 3 の途中で終わっており、反射面 2 0 3 の手前にコア端面がある。コア端面より反射面 2 0 3 までの領域はクラ

ッド202と同じ材質で形成されている。コア201を伝搬してきた光束はコア端面でクラッド202と同じ屈折率の媒質中に出射され、ある広がり角を持った発散光束として反射面203で反射され近視野光ヘッドに照射される。

#### 【0045】

図2において、上記のような広がりを持った発散光束は、近視野光ヘッド104に作成されたマイクロレンズ205により微小開口206に集光される。光導波路103の途中でコア201を止めてあるので、コア端面からマイクロレンズ205までの距離を長くする事ができ、マイクロレンズ205に照射される光束の半径を大きくすることができる。その後、マイクロレンズ205で微小開口206に光束を集光させることで、微小開口に入射される光束の高NA化がはかれる。高NA化することで、微小開口206に集光される光束のスポットサイズを小さくでき、微小開口によりエネルギー密度の高い光束を照射することができる。よって、微小開口206近傍に生成される近視野光の強度を強くすることができる。

#### 【0046】

たとえば、本実施の形態では、コア端面からマイクロレンズ205までの距離を1mm程度にすることができ、コア端面でコア201から出射される光速の広がり角が $NA=0.1$ とすると、マイクロレンズ205で半径 $100\mu m$ 程度に光束は広げられる。近視野光ヘッド104の厚さを $400\mu m$ 、近視野光ヘッドを作成するガラスの屈折率を $1.7$ とすると、微小開口206に入射される光束のNAは $0.4$ 以上となり、微小開口206に光束が集光され、エネルギー密度が高くなり、微小開口206近傍に生成される近視野光の強度が強くなる。

#### 【0047】

また、マイクロレンズ205としてフレネルレンズを用いた場合には、レンズ径を大きくしても薄型の近視野光ヘッドが作成可能であり、レンズ表面と微小開口の距離を短くすることで、微小開口に入射される光束のさらなる高NA化が可能である。

#### 【0048】

次に、図1と図2を用いて記録媒体105に記録された情報の再生および情報

の記録方法について説明する。

【0049】

図1において、サスペンションアーム107の先端に取り付けた微小開口をもつ近視野光ヘッド104をフライングヘッド技術により一定の高さに浮上させ、記録媒体105の上に存在する任意のデータマークへアクセスする。高速に回転する記録媒体105に近視野光ヘッド104を追従させるため、記録媒体105のうねりに対応して姿勢を安定させるフレクチャ108機能をもたせている。レーザー101から出射された光束は、レンズ102により光導波路103に入射され、近視野光ヘッド104に導かれる。

【0050】

光導波路103のコア201は、光導波路103の途中で終わっており、反射面203の手前にコア端面がある。コア端面より反射面203までの領域はクラッド202と同じ材質で形成されている。コア201を伝搬してきた光束はコア端面でクラッド202と同じ屈折率の媒質中に出射され、ある広がり角を持った光束として反射面203で反射され近視野光ヘッドに照射される。

【0051】

その際、すでに説明したように図3において、光導波路103の途中でコア201を止めコア端面を形成してあるので、マイクロレンズ205までの距離を長くする事ができ、マイクロレンズ205に照射される光束の半径を大きくすることができる。その後、マイクロレンズ205で微小開口206に光束を集光させることで、微小開口にエネルギー密度の高い光束を照射することができる。よって、微小開口206近傍に生成される近視野光の強度を強くすることができる。

【0052】

この近視野光と記録媒体105との相互作用の結果発生した散乱光は、サスペンションアーム109に固定された受光ヘッド106によって受光されて電気信号に変換され、回路系110に伝送される。これを必要に応じて増幅し、情報の再生信号とする。

【0053】

また、記録媒体105への情報の記録は、記録媒体105と微小開口を近接さ



せながら記録媒体の所望の位置に微小開口を有する近視野光ヘッド104を移動させ、微小開口から近視野光を記録媒体105に照射し書き込み動作を行うことで実現される。

【0054】

本実施の形態においては、近視野光を発生させる近視野光ヘッド104と受光ヘッド106をそれぞれサスペンションアームにとりつけているが、近視野光ヘッド104と受光ヘッド106を一体化し、1つのサスペンションアームで実施することも可能である。

【0055】

記録媒体からの情報の再生や記録に近視野光による相互作用を利用していることから、光の回折限界を超える記録密度での記録や再生が実現される。微小開口から発生する近視野光は、微小開口からの距離に強く依存して減衰するが、本実施の形態におけるフレクチャー構造によって近視野光ヘッドが記録媒体の動きに追従するために、常に安定した相互作用が起き、情報の記録・再生中常に安定した信号出力が得られる。

【0056】

また、本実施の形態は、記録媒体に記録された情報を透過で再生しているが、記録媒体に記録された情報を通常のCDやDVD等のように反射で情報を再生する場合にも適応可能である。その場合には、微小開口近傍に受光素子を作成した近視野光ヘッドを用いたりすることで実現可能である。

【0057】

次に、本実施の形態で用いた光導波路103の作成方法について説明する。

【0058】

図4は本実施の形態1に係る光導波路の作成方法について説明した図である。

【0059】

まずステップS401では、基板にはシリコン基板401を使用し、このシリコン基板401の上にクラッドとなる低屈折率層402として酸化シリコンや窒化シリコン等の石英系材料、ポリイミドやポリメタクリル酸といった高分子等の誘電体材料を堆積させる。誘電体材料である酸化シリコンの場合、スパッタリン

グ法、CVD(Chemical Vapor Deposition)法、真空蒸着法によって容易に形成できる。また、ポリイミドやポリメタクリル酸等のプラスチック材料は、液状プラスチックを塗布して硬化積層させればよい。ここで、基板としてはシリコン基板401以外にガラス基板などを用いても良いが、基板の平坦性や入手の容易さ、コスト等を考え、半導体分野で一般に広く流通しているシリコン基板を用いた。

#### 【0060】

次にステップS402で、ステップS401で作成された低屈折率層402の上に低屈折率層402よりも屈折率の高いコアとなる高屈折率層403を低屈折率層402の形成と同様の方法で形成する。酸化シリコン等の石英系材料を用いた場合には、屈折率を大きくするには、成膜時にゲルマニウムをドーピングすればよい。さらに高屈折率層403の上に、レジスト膜404をスピコート等の方法により形成する。

#### 【0061】

次にステップS403で、通常の半導体製造工程で用いられるフォトリソグラフィ技術を使用して、コア形状を形成するためのマスク材としてレジスト膜404をパターニングしてコア形状レジスト405を形成する。

#### 【0062】

次にステップS404で、コアを形成するためコア形状レジスト405を用いて高屈折率層403をエッチングし、その後マスク材であるコア形状レジスト405を除去することにより、コア201をパターニングする。

#### 【0063】

次にステップS405で、パターニングされたコア201を覆うように低屈折率層406を形成する。このようにして、光導波路の途中でコア端面を持つ光導波路が形成される。

#### 【0064】

次にステップS406で、光導波路をシリコン基板401を光導波路の端面が45度の角度になるようにダイシングを行い、反射面を形成し、コア201とクラッド202からなる光導波路103が形成される。

## 【 0 0 6 5 】

最後にステップ S 4 0 7 で、シリコン基板 4 0 1 を除去し、クラッド 2 0 2 の端面が 4 5 度の角度を持ち、コア 2 0 1 が途中で終わっている光導波路 1 0 3 を作成する事ができる。必要に応じて 4 5 度の反射面には反射膜を成膜する。

## 【 0 0 6 6 】

ここで、4 5 度の反射面を形成するのにダイシングを行ったが、この方法以外にもクラッド 2 0 2 をフォトリソグラフィ技術を用いて、等方エッチングすることでも作成可能である。

## 【 0 0 6 7 】

また、反射面の角度は 4 5 度であることが望ましいが、必ずしも 4 5 度である必要はない。しかし、反射面が 4 5 度の場合には、反射面で反射した光束の光軸は近視野光ヘッドに作成されるマイクロレンズに垂直に入射するので、微小開口に収差なく集光することができ、微小開口近傍に生成される近視野光の強度が反射面の角度が 4 5 度以外に場合に比べ強くなる。

## 【 0 0 6 8 】

従って以上説明したように、本実施の形態に係る情報記録再生装置において、近視野光を用いることで超高密度な情報記録・再生が可能になるだけでなく、コアとクラッドからなる光導波路とコア端面から離れた位置にある反射面と、近視野光ヘッドに作成されたマイクロレンズとを組み合わせることにより、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束を集光でき、微小開口近傍で生成される近視野光の強度を強くすることができ、光の利用効率が飛躍的に上げることができる。よって高出力なレーザーを使う必要が無くなり、レーザーでの発熱を抑える事ができ、低消費電力化、装置の小型化が可能となる。

## 【 0 0 6 9 】

さらに、受光ヘッドに入射される記録媒体との相互作用の結果発生する散乱光の強度を強くするので、再生信号の高 S N 比化、高速再生が可能となる。

## 【 0 0 7 0 】

その上、コアとクラッドからなる光導波路とコア端面から離れた位置にある反

射面は、光導波路のコアを途中で止め、反射面の手前にコア端面がある光導波路として一体で作成可能であるので、コア端面と反射面との位置合わせが必要なく、部品点数を減らすことができる。よって、さらなる装置の低コスト化、微小開口近傍に生成される近視野光の強度の安定化をはかる事ができ、記録媒体への高速な情報の記録が可能な情報記録再生装置を提供することができる。

## 【 0 0 7 1 】

また、反射面が45度の斜面の場合には、反射面で反射した光束の光軸が近視野光ヘッドに作成されるマイクロレンズに垂直に入射するので、微小開口に微小開口に収差なく集光することができる。よって、微小開口近傍に生成される近視野光の強度が反射面の角度が45度以外に場合に比べ強くなり、光の利用効率がよく、さらなる低消費電力化、装置の小型化、高SN比化、高速記録再生が可能となる。

## 【 0 0 7 2 】

さらに、近視野光ヘッドのヘッド用レンズ機能をマイクロレンズで実現する場合には、レンズ径を大きくしても薄型の近視野光ヘッドが作成可能であり、レンズ表面と微小開口の距離を短くすることで、微小開口に入射される光束のさらなる高NA化が可能であり、更なる低消費電力化、装置の小型化、高SN比化、高速記録再生が可能となる。その上、フレネルレンズは大量生産可能であり、低コスト化をはかれる。

## 【 0 0 7 3 】

さらに、光導波路にフレクシャ機能をもたせることで、更なる部品点数の削減、組立て調整時間の短縮ができる。

## (実施の形態2)

図5に本発明の実施の形態2に係る情報再生装置に用いる他の光導波路の作成方法について説明する図を示す。本実施の形態は、実施の形態1における光導波路に置き換えて使用するものである所以、その他の構成は実施の形態1と同じであるので、説明を一部省略あるいは簡単にする。

## 【 0 0 7 4 】

図5において、まずステップS501では、基板にはシリコン基板501を用

意する。基板としてはシリコン基板 5 0 1 以外のガラス基板などでも良いが、基板の平坦性や入手の容易さ、コスト等を考え、半導体分野で一般に広く流通しているシリコン基板を用いた。

#### 【 0 0 7 5 】

次に、ステップ S 5 0 2 では、シリコン基板 5 0 1 に光ファイバー 5 0 2 を固定する。

#### 【 0 0 7 6 】

次に、ステップ S 5 0 3 では、シリコン基板 5 0 1 に固定された光ファイバー 5 0 2 に光ファイバー 5 0 2 の太さ程度の厚さまで透明層 5 0 3 を堆積させる。堆積させる材料としては、実施の形態 1 の図 4 で用いた酸化シリコンや窒化シリコン等の石英系材料、ポリイミドやポリメタクリル酸といった高分子等の誘電体材料を用いることができる。この透明層 5 0 3 の屈折率は、光ファイバ端面での反射を少なくするために、光導波路 5 0 2 のコアの屈折率に近い値にすることが望ましい。

#### 【 0 0 7 7 】

次にステップ S 5 0 4 で、シリコン基板 5 0 1 を透明層 5 0 3 が光ファイバー 5 0 2 に対して 4 5 度の角度になるようにダイシングを行い反射面 5 0 4 を形成する。

#### 【 0 0 7 8 】

最後にステップ S 5 0 5 で、シリコン基板 5 0 1 を除去し、光ファイバーに対して反射面 5 0 4 が 4 5 度の角度を持ち、光ファイバー 5 0 2 のコアが途中で止まっている反射面をもつ光導波路を作成する事ができる。必要に応じて 4 5 度の反射面には反射膜を成膜する。

#### 【 0 0 7 9 】

ここで、4 5 度の反射面を形成するのにダイシングを行ったが、この方法以外にも透明層 5 0 3 をフォトリソグラフィ技術を用いて、等方エッチングすることでも作成可能である。

#### 【 0 0 8 0 】

他の部分の構成や、情報の記録再生方法については、実施の形態 1 の説明と全

く同じであるので説明を省略する。

【0081】

以上説明したように、本実施の形態に係る情報記録再生装置において、実施の形態1の効果に加え、光導波路に45度の反射面を持つ透明層を有する光ファイバーを用いる事により、図4に示した実施の形態1で用いた光導波路の作成方法のように基板の大きさにより光導波路の長さが決まることもなく、光波路の長さを光ファイバーの長さを変える事ができ、光源であるレーザーを任意の場所に配置できる。

【0082】

さらに、実施の形態1では、光導波路を基板サイズに入る程度の長さにとすると、1枚の基板から同時に作成できる個数が少なくなってしまうが、本実施の形態では、一枚の基板から作成できる反射面付の光導波路の個数が多くすることができ、さらなる低コスト化を容易にする事ができる。

(実施の形態3)

つぎに本発明の実施の形態3に係る情報記録再生装置について説明する。本実施の形態は、実施の形態1における光導波路のコア端面の形状を変えた場合の実施の形態である。よって、実施の形態1と同じ部分については、説明を一部省略あるいは簡単にする。

【0083】

図6は、実施の形態3に係る情報記録再生装置において、光導波路の形状（コア部分）を示した図である。

【0084】

実施の形態1では、光導波路のコア端面の形状は平面であったが、図6の実施の形態では、コア201の端面の形状をレンズ機能を有する凹形状とした凹形状先端部601としている。コアの端面を凹形状先端部601とすることで、コア端面が平面の場合に比べ、コア201から出射される光束の広がり角度はより大きくなり、近視野光ヘッドに作成されたマイクロレンズに入射される光束の径がさらに大きくなる。

【0085】

また、図7は、実施の形態3に係る情報記録再生装置において、他の光導波路の形状（コア部）を示した図である。

【0086】

この実施の形態では、コア201の端面の形状をレンズ機能を有する凸形状とした凸形状先端部701としている。コアの端面を凸形状先端部701とすることで、コア201から出射された光束は一度集光された後、発散しながらマイクロレンズに入射する。コア端面の形状が平面の場合に比べ、コア端面からマイクロレンズまでの距離が同じ場合には、マイクロレンズに入射される光束の径を大きくする事ができる。

【0087】

情報記録再生装置に用いる光導波路のコア端面の形状を図6や図7のようにすることにより、近視野光ヘッドに作成されたマイクロレンズに入射される光束の径が、コア端面が平面の場合に比べさらに大きくなる。すると、マイクロレンズにより微小開口に入射される光束のNAはさらに大きくなり、微小開口での光束のスポットサイズを更に小さくすることができる。よって、微小開口に集光されるエネルギー密度がさらに大きくなり、微小開口近傍に生成される近視野光の強度をさらに強くすることができる。

【0088】

ここで、コア端面にレンズ機能を有する凸あるいは凹形状先端部を用いたが、このような形状以外にも、屈折率分布レンズ等のレンズ機能を有するものをコア端面に形成しても同様の効果を得られる。

【0089】

他の部分の構成や情報の記録再生については実施の形態1と全く同じであるので説明を省略する。

【0090】

従って以上説明したように、本実施の形態に係る情報記録再生装置は、実施の形態1に係る情報記録再生装置の効果に加え、光導波路のコア先端部の形状を凸あるいは凹形状等のレンズ機能を有する機構とすることで、近視野光ヘッドに作成されたマイクロレンズと組み合わせることにより、近視野光ヘッドの微小開口

にエネルギー密度の高い光束を集光でき、微小開口近傍で生成される近視野光の強度をさらに強くすることができる。よって、光の利用効率が飛躍的に上げることができるので、更なる低消費電力化、装置の小型化、高 S N 比化、高速記録再生が可能となる。

(実施の形態 4)

つぎに本発明の実施の形態 4 に係る情報記録再生装置について説明する。本実施の形態は、実施の形態 1 における光導波路の反射面の形状を変えた場合の実施の形態である。よって、実施の形態 1 と同じ部分については、説明を一部省略あるいは簡単にする。

【0091】

図 8 は、実施の形態 4 に係る情報記録再生装置において、光導波路の断面図である。光導波路の反射面がコア端面から出射される光束の広がり角が反射面で反射することにより大きくなるような面として凹形状である凹形状反射面 801 である以外は実施の形態 1 の図 3 の光導波路と同じである。

【0092】

光導波路の反射面である凹形状反射面 801 は、コア 201 の端面から出射された光束を反射することで、反射した光束の広がり角度をさらに大きくすることができる。よって、近視野光ヘッドに作成されたマイクロレンズに入射する光束の径を実施の形態 1 の比べさらに大きくすることができる。すると、マイクロレンズにより微小開口に入射される光束の N A はさらに大きくなり、微小開口での光束のスポットサイズを更に小さくすることができる。よって、微小開口に集光されるエネルギー密度がさらに大きくなり、微小開口近傍に生成される近視野光の強度をさらに強くすることができる。

【0093】

このような反射面の形状は、ブレード形状を反射面の形状と同じにすることで、ダイシングを行うことで作成できる。また、エッチングによってもこのような反射面の形状を作成することは可能である。

【0094】

また、凹形状反射面 801 は、実施の形態 2 のような光ファイバーを用いた場



合や、実施の形態 3 のようなコア端面が平面でない場合にも適用することができる。

#### 【0095】

さらに、本実施の形態では、反射面の形状を凹形状反射面としたが、このような形状以外にも、反射面に入射された光束の広がり角度を広げるような構造である反射形の回折格子等を形成しても同様の効果が得られる。

#### 【0096】

他の部分の構成や情報の記録再生については実施の形態 1 と全く同じであるので説明を省略する。

#### 【0097】

従って以上説明したように、本実施の形態に係る情報記録再生装置は、実施の形態 1 から実施の形態 3 に係る情報記録再生装置の効果に加え、光導波路の反射面をコア端面から出射される光束の広がり角が反射面で反射することにより大きくなるような面とすることにより、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束を集光でき、微小開口近傍で生成される近視野光の強度をさらに強くすることができる。よって、光の利用効率をさらに上げることができ、更なる低消費電力化、装置の小型化、高 S N 比化、高速記録再生が可能となる。

#### 【0098】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る第 1 の情報記録再生装置によれば、近視野光を用いることで超高密度な情報記録・再生が可能になるだけでなく、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束を集光できる。よって、微小開口近傍で生成される近視野光の強度が強くなり、光の利用効率を飛躍的に上げることができる。そのため、高出力なレーザーを使う必要が無く、レーザーでの発熱を抑える事ができ、低消費電力化、装置の小型化がはかれ、再生信号の高 S N 比化、高速記録再生を実現する情報記録再生装置を提供することができる。

#### 【0099】

さらに、コア端面から離れた位置にある反射面と光導波路は一体で作成可能であるので、コア端面と反射面との位置合わせが必要なく、部品点数を減らすこと

ができる。よって、さらなる装置の低コスト化、微小開口近傍に生成される近視野光の強度の安定性をはかる事ができる情報記録再生装置を提供することができる。

#### 【 0 1 0 0 】

以上説明したように本発明に係る第 2 の情報記録再生装置によれば、本発明に係る第 1 の情報記録再生装置の効果に加え、反射面が 4 5 度の斜面であるので、反射面で反射した光束の光軸は近視野光ヘッドに作成されるレンズに垂直に入射するので、微小開口に収差なく集光することができる。よって、微小開口近傍に生成される近視野光の強度が反射面の角度が 4 5 度以外に場合に比べ強くなり、光の利用効率がよく、さらなる低消費電力化、装置の小型化、高 S N 比化、高速記録再生がはかれる。

#### 【 0 1 0 1 】

以上説明したように本発明に係る第 3 の情報記録再生装置によれば、本発明に係る第 1 の情報記録再生装置の効果に加え、光導波路のコアの先端部の形状を凸あるいは凹形状等のレンズ機能を有する機構とすることで、近視野光ヘッドに作成されたレンズとを組み合わせることにより、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束をより集光でき、微小開口近傍で生成される近視野光の強度をさらに強くすることができ、光の利用効率を飛躍的に上げることができる。よって、更なる低消費電力化、装置の小型化、高 S N 比化、高速記録再生を実現できる。

#### 【 0 1 0 2 】

以上説明したように本発明に係る第 4 の情報記録再生装置によれば、本発明に係る第 1 から第 3 の情報記録再生装置の効果に加え、光導波路の反射面を凹形状のような反射面で反射することにより光束の広がり角が大きくなるような面とすることにより、近視野光ヘッドの微小開口にエネルギー密度の高い光束をより集光できる。よって、微小開口近傍で生成される近視野光の強度をさらに強くすることができるので、光の利用効率をさらに上げることができ、更なる低消費電力化、装置の小型化、高 S N 比化、高速記録再生が可能となる。

#### 【 0 1 0 3 】

以上説明したように本発明に係る第 5 の情報記録再生装置によれば、本発明に係る第 1 の情報記録再生装置の効果に加え、光導波路にフレクシャ機能をも持たせることで、更なる部品点数の削減、組立て調整時間の短縮化、低コスト化できる。

#### 【0104】

以上説明したように本発明に係る第 6 の情報記録再生装置によれば、本発明に係る第 1 の情報記録再生装置の効果に加え、近視野光ヘッドに作成するヘッド用レンズ機能としてフレネルレンズにより実現する場合には、レンズ径を大きくしても薄型の近視野光ヘッドが作成可能であり、微小開口に入射される光束のさらなる高 NA 化が可能であり、更なる低消費電力化、装置の小型化、高 SN 比化、高速記録再生が可能となる。その上、フレネルレンズは大量生産可能であり、低コスト化をはかれる。

#### 【0105】

以上説明したように本発明に係る第 7 の情報記録再生装置によれば、本発明に係る第 1 の情報記録再生装置の効果に加え、光導波路に 4 5 度の反射面を持つ透明層を有する光ファイバーを用いる事により、図 4 に示した実施の形態 1 で用いた光導波路の作成方法のように基板の大きさにより光導波路の長さが決まることもなく、光波路の長さを光ファイバーの長さを変える事ができ、光源であるレーザーを任意の場所に配置できる

さらに、実施の形態 1 では、光導波路を基板サイズに入る程度に長くすると、1 枚の基板から同時に作成できる個数が少なくなってしまうが、本実施の形態では、一枚の基板から作成できる反射面付の光導波路の個数が多くすることができ、さらなる低コスト化を容易にする事ができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施の形態 1 に係る光情報記録再生装置について説明した図である。

##### 【図 2】

本発明の実施の形態 1 に係る光情報記録再生装置の導波路と近視野光ヘッドに

について説明した図である。

【図 3】

本発明の実施の形態 1 に係る光導波路の形状について説明した図である。

【図 4】

光導波路の作成方法について説明した図である。

【図 5】

本発明の実施の形態 2 に係る光導波路の他の作成方法について説明した図である。

【図 6】

本発明の実施の形態 3 に係る光導波路（コア）の形状について説明した図である。

【図 7】

本発明の実施の形態 3 に係る他の光導波路（コア）の形状について説明した図である。

【図 8】

本発明の実施の形態 4 に係る他の光導波路の形状について説明した図である。

【符号の説明】

- 101 レーザー
- 102 レンズ
- 103 光導波路
- 104 近視野光ヘッド
- 105 記録媒体
- 106 受光ヘッド
- 107、109 サスペンションアーム
- 108 フレクシャー
- 110 回路系
- 201 コア部
- 202 クラッド部
- 203、504 反射面

2 0 4 エアーベアリングサーフェス

2 0 5 マイクロレンズ

2 0 6 微小開口

4 0 1、5 0 1 シリコン基板

4 0 2、4 0 6 低屈折率層

4 0 3 高屈折率層

4 0 4 レジスト膜

4 0 5 コア形状レジスト

5 0 2 光ファイバー

5 0 3 透明層

6 0 1 凹形状先端部

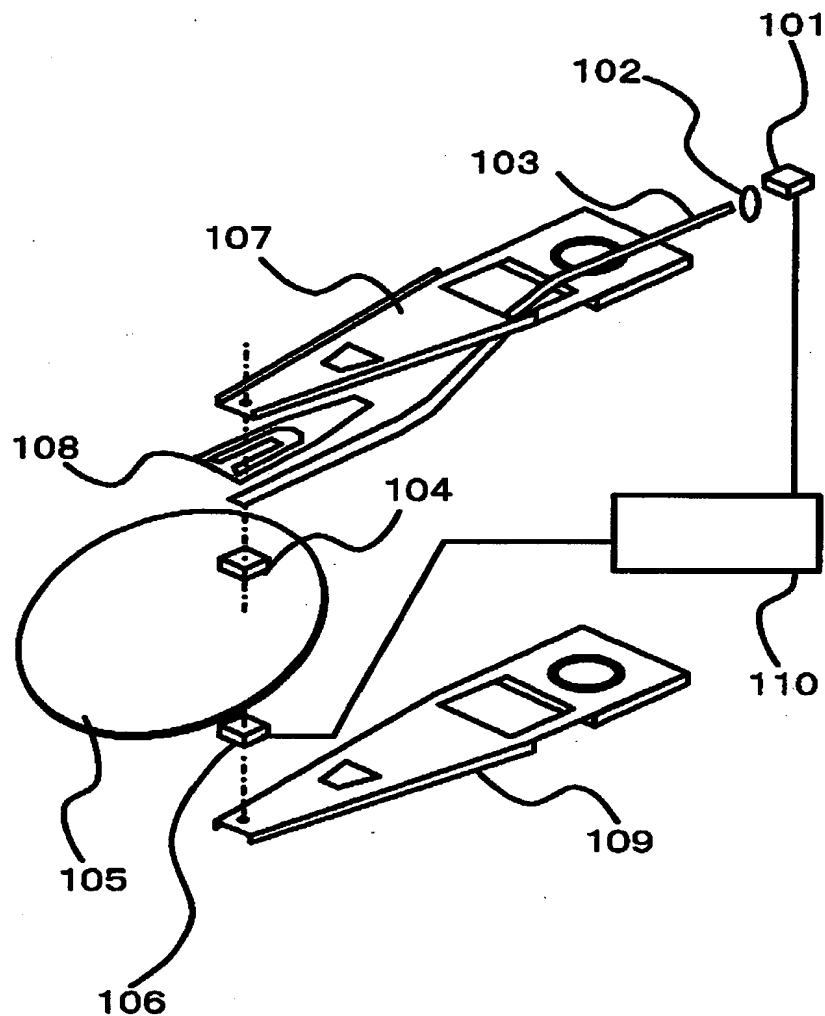
7 0 1 凸形状先端部

8 0 1 凹形状反射面

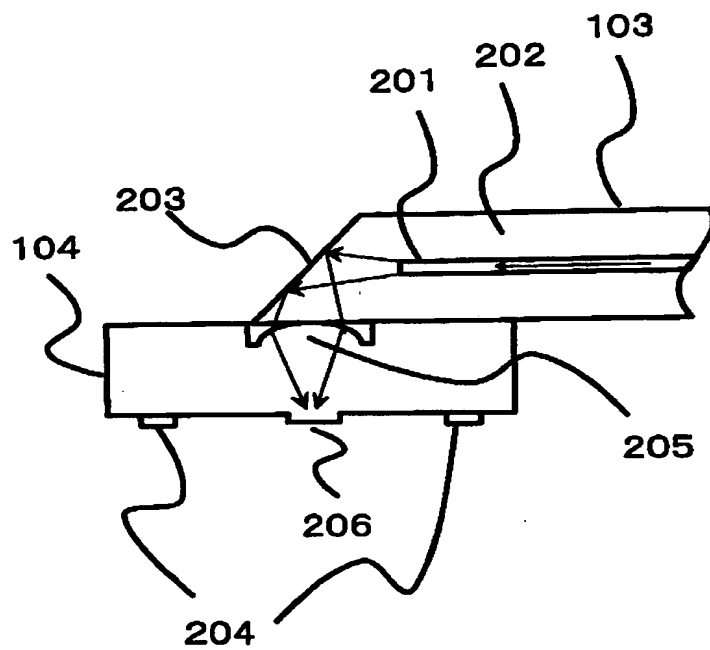
【書類名】

図面

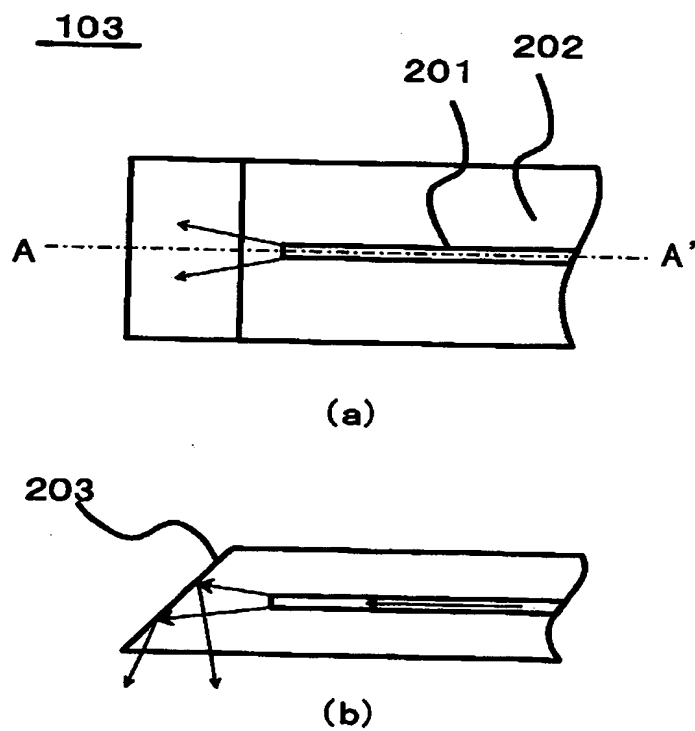
【図 1】



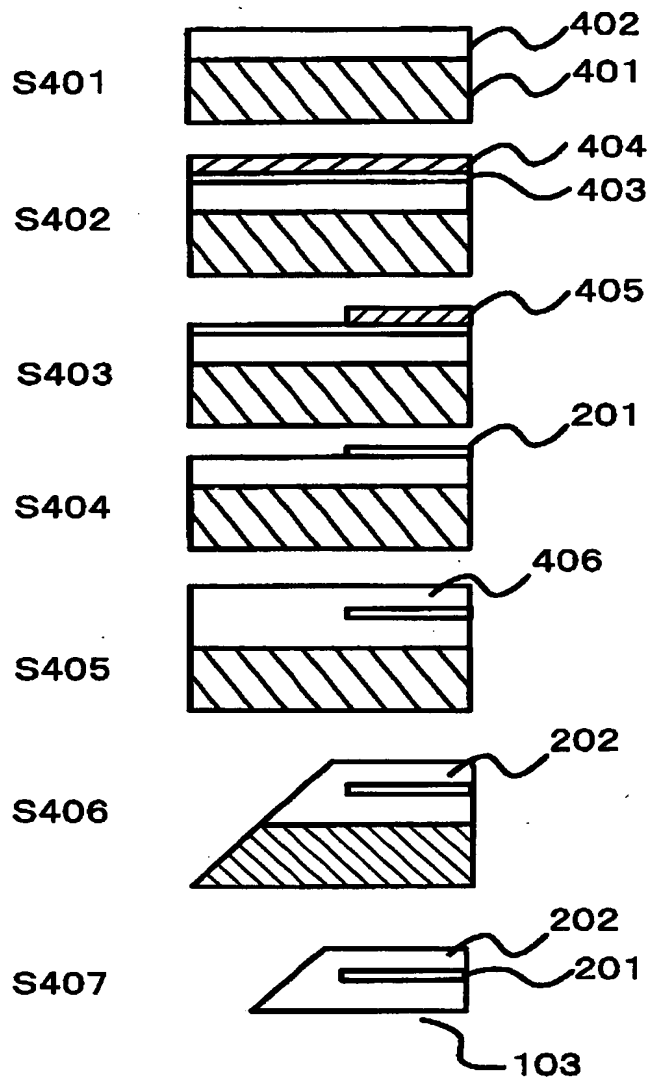
【図2】



【図3】

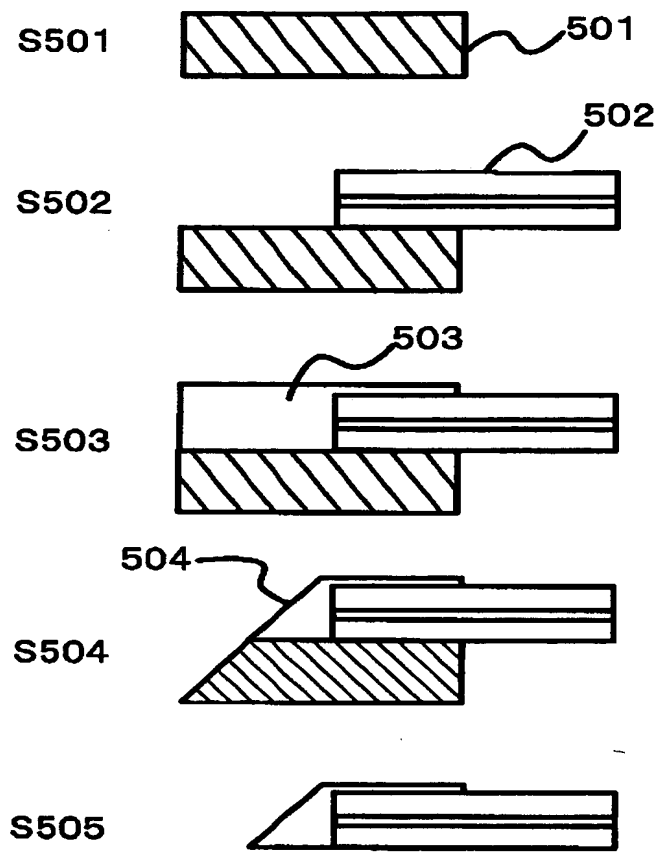


【図4】

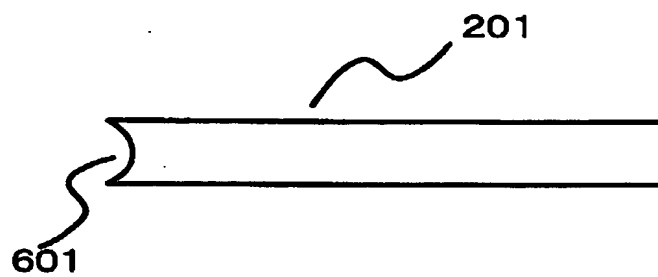




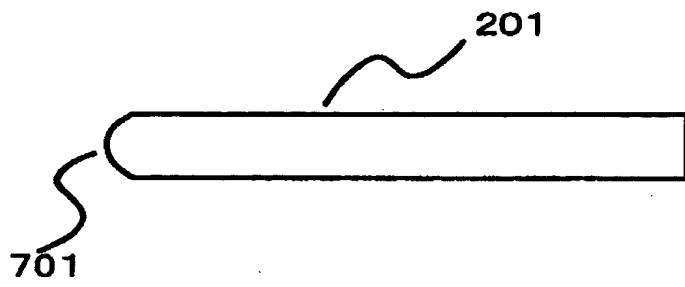
【図5】



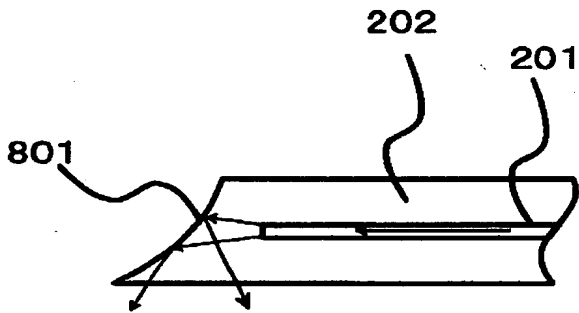
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光源からの光束を効率よく微小開口に導きつつも部品点数の増加を防ぎ、近視野光ヘッドの質量を軽くし、微小開口近傍により強い近視野光を生成し、高速トラッキングを行う超高密度で高速な情報の記録再生を実現する安価な情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】 微小開口が形成された近視野光ヘッドと、コア及びクラッドを備えた略棒状の光導波路と、前記光導波路の一端面側に前記近視野光ヘッドに光を照射するために形成された反射面と、受光部と、記録媒体と、から構成されている近視野光を利用した情報記録再生装置において、前記近視野光ヘッドに微小開口とは異なる面にレンズ機能が形成されており、前記光導波路には前記光導波路の途中にコア端面が形成されている構成とした。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002325]

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 1. 変更年月日 | 1997年 7月23日       |
| [変更理由]   | 名称変更              |
| 住 所      | 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 |
| 氏 名      | セイコーインスツルメンツ株式会社  |